

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Химии и биотехнологии имени В.В. Тутуриной (135)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №16 от 18 мая 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

«ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Направление: 18.03.01 Химическая технология

Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Филатова Елена Геннадьевна
Дата подписания: 26.05.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Евстафьев Сергей
Николаевич
Дата подписания: 15.06.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Дьячкова
Светлана Георгиевна
Дата подписания: 10.06.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Физическая химия» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-4 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК ОС-4.2

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-4.2	Выполняет термодинамические расчеты химических реакций, расчеты химического и фазового равновесия, используя приемы обработки экспериментальных данных и методы расчета основных физико-химических характеристик процессов. Определяет скорость и механизм химических реакций, используя современные численные методы для физико-химических расчетов	Знать – основные законы и понятия химии; – природу и закономерности химических реакций, фазовых и химических равновесий, электрохимических систем Уметь – применять современное оборудование и приборы для выполнения физико-химического эксперимента; – прогнозировать и определять направления самопроизвольного протекания химических реакций; Владеть технологиями выполнения лабораторных работ на современном оборудовании и приборах в химической лаборатории;

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Физическая химия» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Физика», «Основы общей и неорганической химии», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Теория гетерогенного катализа», «Технологии очистки стоков и выбросов нефтехимических предприятий», «Физико-химия природных энергоносителей и углеродных материалов»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 7 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Учебный год № 3

Общая трудоемкость дисциплины	252	252
Аудиторные занятия, в том числе:	28	28
лекции	16	16
лабораторные работы	6	6
практические/семинарские занятия	6	6
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	215	215
Трудоемкость промежуточной аттестации	9	9
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Химическая термодинамика	1	4	1	2	1, 2	4	1, 2, 3, 4	215	Отчет по лаборатор ной работе
2	Химическое равновесие	2	2							Отчет по лаборатор ной работе
3	Фазовое равновесие	3	2	2	2					Отчет по лаборатор ной работе
4	Свойства растворов электролитов	4	2							Отчет по лаборатор ной работе
5	Электрохимическ ие системы	5	2							Отчет по лаборатор ной работе
6	Химическая кинетика	6	4	3	2	3	2			Отчет по лаборатор ной работе
	Промежуточная аттестация								9	Экзамен
	Всего		16		6		6		224	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Химическая термодинамика	Термодинамическое обоснование закона Гесса. Теплоемкость, зависимость теплоемкости от температуры. Зависимость теплового эффекта от температуры. Уравнение Кирхгофа. Термодинамическая обратимость и необратимость

		процессов. Работа и теплота обратимого процесса. Энтропия. Применение энтропии как критерия равновесия и направления самопроизвольных процессов в изолированных системах. Изменение энтропии в различных процессах. Постулат Планка. Объединенное выражение первого и второго начал термодинамики. Энергия Гиббса. Энергия Гельмгольца. Расчеты энергии Гиббса и Гельмгольца по справочным величинам.
2	Химическое равновесие	Кинетическая и термодинамическая характеристики равновесного состояния системы. Константа равновесия. Способы выражения константы равновесия в гомогенных системах. Вычисление состава равновесной смеси, выхода продуктов. Уравнение изотермы химической реакции. Химическое сродство. Стандартное химическое сродство и реакционная способность. Гетерогенное равновесие.
3	Фазовое равновесие	Понятия «фаза», «компонент», «степень свободы». Правило фаз Гиббса и его применение для анализа равновесий в одно- и многокомпонентных системах. Однокомпонентные системы. Уравнение Клаузиуса – Клапейрона. Диаграммы состояния однокомпонентных систем. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Системы с ограниченной и неограниченной растворимостью в жидком и твердом состояниях, с образованием конгруэнтно и инконгруэнтно плавящихся химических соединений. Физико-химический анализ. Термический анализ. Расчеты по диаграммам состояния.
4	Свойства растворов электролитов	Образование растворов электролитов. Сильные и слабые электролиты. Теория электролитической диссоциации. Термохимические эффекты в растворах электролитов. Электролитическая диссоциация воды. Теории межмолекулярного взаимодействия. Понятие активности и коэффициента активности. Ионная сила раствора. Теория Дебая – Хюккеля. Электрическая проводимость растворов, вывод основных соотношений. Методы экспериментального измерения электрической проводимости электролитов. Теории электрической проводимости в растворах электролитов. Диффузия в растворах электролитов. Законы Фика в растворах электролитов.
5	Электрохимические системы	Химические источники тока. Электролизеры. Равновесные электродные потенциалы. Электроды электрохимических систем и их классификация. Типы электрохимических систем: физические, концентрационные, химические. Потенциометрия.

		Расчет термодинамических величин на основе измеренных обратимых ЭДС.
6	Химическая кинетика	Понятие о скорости химической реакции, механизме реакции. Порядок и молекулярность реакции. Формальная и молекулярная кинетика. Константа скорости. Кинетически необратимые реакции первого и др. порядков. Период полураспада. Методы определения порядка и константы скорости простых реакций. Зависимость скорости и константы скорости химической реакции от температуры. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Энергия активации.

4.3 Перечень лабораторных работ

Учебный год № 3

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Определение теплоты нейтрализации	2
2	Определение критической температуры растворения в системе фенол – вода	2
3	Определение константы скорости реакции омыления этилацетата щелочью	2

4.4 Перечень практических занятий

Учебный год № 3

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчет теплоемкости индивидуального вещества по справочным данным	2
2	Тепловой эффект химической реакции	2
3	Температурная зависимость скорости химической реакции	2

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	11
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	12
3	Подготовка к сдаче и защите отчетов	12
4	Проработка разделов теоретического материала	180

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссия является одним из видов интерактивных образовательных технологий. Представляет собой обсуждение, совместное исследование конкретной темы, задачи и явления между всеми участниками образовательного процесса. Проведение занятий-дискуссий стимулирует познавательную активность обучающихся, способствует более осмысленному освоению ими новых знаний посредством подготовки аргументации и защиты своей позиции по обсуждаемой теме.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Яковлева А. А. Физическая химия : учебное пособие / А. А. Яковлева, Е. В. Кудрявцева, 2015 - 176 с.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Филатова Е.Г. Физическая химия для химиков и технологов: учебное пособие / Е.Г. Филатова, В.Г. Соболева, 2022 - 106 с.

Яковлева А.А., Филатова Е.Г., Соболева В.Г. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Физическая химия» для студентов по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» [Электронный ресурс] ИРНИТУ, 2018.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Филатова Е.Г. Физическая химия : электронный курс / Е. Г. Филатова
<https://el.istu.edu/course/view.php?id=1362>

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 учебный год 3 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Подготовить отчет по лабораторной работе с теоретическим введением по теме выполняемой работы.

Критерии оценивания.

При защите отчетов преподавателем проверяется: правильность и точность проведения анализа, знание теоретического и практического материала необходимого для выполнения исследования.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания
----------------------------------	---------------------	------------------------------

		промежуточной аттестации
ОПК ОС-4.2	Применяет основные законы и понятия, касающиеся строения и свойств органических веществ, и закономерности химических реакций, фазовых и химических равновесий, задач.	Устное собеседование по теоретическим вопросам, выполнение контрольных задач, лабораторных работ

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 3, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Во время сессии в завершении третьего курса обучающийся сдает экзамен по билетам (образец прилагается). После подготовки к ответу обучающийся отвечает экзаменатору по вопросам билета, а также на дополнительные вопросы.

Вопросы для экзамена.

Основные понятия и постулаты химической термодинамики.

Работа, теплота и внутренняя энергия. Первое начало термодинамики.

Закон Гесса и его следствия.

Влияние температуры на тепловой эффект (закон и дифференциальная форма уравнения Кирхгофа).

Интегральная форма уравнения Кирхгофа.

Второе начало термодинамики.

Энтропия. Неравенство Клаузиуса.

Статистическое определение энтропии.

Третье начало термодинамики.

Термодинамические потенциалы. Внутренняя энергия.

Термодинамические потенциалы. Энтальпия.

Термодинамические потенциалы. Энергия Гиббса.

Термодинамические потенциалы. Энергия Гельмгольца.

Объединенное уравнение первого и второго начала термодинамики для закрытых гомогенных систем.

Объединенное уравнение первого и второго начала термодинамики для открытых систем.

Химический потенциал идеального и реального газов. Фугитивность.

Химический потенциал идеальных и реальных растворов. Активность.

Константа равновесия. Различные формы записи константы равновесия и связь между ними.

Зависимость константа равновесия от температуры. Уравнение изобары-изохоры Вант-Гоффа.

Фазовые равновесия. Основные понятия. Правило фаз Гиббса.

Однокомпонентные системы. Диаграмма состояния воды.

Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Системы с простой эвтектикой

Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Системы с образованием

конгруэнтно плавящихся химических соединений.

Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Системы с образованием инконгруэнтно плавящихся химических соединений.

Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Системы с неограниченной растворимостью в твердом состоянии.

Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Системы с ограниченной растворимостью в твердом состоянии.

Диаграммы кипения летучих смесей.

Удельная электрическая проводимость. Проводники первого и второго рода.

Электростатическая теория электропроводности Дебая-Хюккеля-Онзагера.

Молярная (эквивалентная) электрическая проводимость.

Электрофоретический и релаксационные эффекты.

Зависимость электропроводности от температуры. Энергия активации электропроводности.

Электрохимические системы. Химические источники тока. Равновесные электродные потенциалы.

Электроды электрохимических систем и их классификация. Электроды первого и второго рода

Электроды электрохимических систем и их классификация. Окислительно-восстановительные электроды

Основные понятия химической кинетики Кинетический закон действующих масс.

Кинетическая классификация химических реакций

Молекулярность и порядок реакции.

Мономолекулярные необратимые реакции первого порядка. Дифференциальная и интегральная формы кинетического уравнения реакции первого порядка.

Бимолекулярные необратимые реакции второго порядка. Дифференциальная и интегральная формы кинетического уравнения реакции второго порядка.

Необратимые реакции третьего порядка. Дифференциальная и интегральная формы кинетического уравнения реакции третьего порядка.

Дифференциальные методы. Дифференциально-расчетный метод определения порядка и константы скорости простых реакций.

Дифференциальные методы. Дифференциально-графический метод определения порядка и константы скорости простых реакций.

Дифференциальные методы. Метод определения частных порядков – метод начальных скоростей.

Интегральные методы. Интегрально - расчетный метод определения порядка и константы скорости простых реакций.

Интегральные методы. Интегрально-графический метод определения порядка и константы скорости простых реакций.

Влияние температуры на скорость химической реакции. Зависимость Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса.

Энергия активации и предэкспоненциальный множитель.

Определение энергии активации и предэкспоненциального множителя (Расчетный и графический способы).

Теории химической кинетики. Теория активных столкновений

Теории химической кинетики. Теория активированного комплекса

Гомогенный катализ. Общие закономерности.

Гетерогенный катализ. Общие закономерности.

Кинетика гетерогенных реакций

Пример задания:

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_____

по дисциплине_ «Физическая химия»

1. Энтропия. Неравенство Клаузиса.
2. Электроды электрохимических систем и их классификация. Окислительно-восстановительные электроды
3. Теории химической кинетики. Теория активных столкновений_

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Сформированное умение использовать аппарат химической науки для описания химических и физико-химических процессов; прогнозировать и определять направления самопроизвольного протекания химических реакций.	Недостаточно глубоко сформировано умение использовать аппарат химической науки для описания химических и физико-химических процессов; прогнозировать и определять направления самопроизвольного протекания химических реакций.	Удовлетворительно сформировано умение использовать аппарат химической науки для описания химических и физико-химических процессов; прогнозировать и определять направления самопроизвольного протекания химических реакций.	Не сформировано умение использовать аппарат химической науки для описания химических и физико-химических процессов; прогнозировать и определять направления самопроизвольного протекания химических реакций.

7 Основная учебная литература

1. Стромберг А. Г. Физическая химия : учебник для вузов / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко, 2009. - 526.
2. Филатова Е. Г. Физическая химия для химиков и технологов : учебное пособие / Е. Г. Филатова, В. Г. Соболева, 2022. - 243.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-31962.pdf>

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Эткинс. Физическая химия Равновесная термодинамика, 2007. - 494.

2. Физическая химия : [Учеб. для вузов]: В 2кн. Кн. 1. Строение вещества. Термодинамика / К. С. Краснов, Н. К. Воробьев, И. Н. Годнев, В. Н. Васильева, 2001. - 511.

3. Физическая химия : [Учеб. для вузов]: В 2кн. Кн. 2. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ / К. С. Краснов, Н. К. Воробьев, И. Н. Годнев, В. Н. Васильева, 2001. - 318.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Office Professional Plus 2013

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Шкаф вытяжной 1500 ШВ-2-KrO"Квадро"
2. Весы лабораторные ЕК300i
3. Термостат LT-108a
4. кондуктомер Эксперт -002
5. фотоколориметры КФК-3
6. Шкаф вытяжной 1500 ШВ-2-KrO"Квадро"
7. 312307 Колориметр КФК-2
8. Лабораторный рН-метр ИПЛ-301
9. кондуктомер Эксперт
10. кондуктомер Эксперт
11. Фотометр (фотоэлектроколориметр) КФК-3-01
12. Анализатор жидкости "Флюорат-02-5М"